



(19) RU⁽¹¹⁾ 2 052 938⁽¹³⁾ C1
(51) МПК⁶ А 23 С 1/12

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 93053261/13, 25.11.1993

(46) Дата публикации: 27.01.1996

(56) Ссылки: 1 Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М.: Химия, 1971, с.385-392. 2. Планоковский А. Н. и Николаев П. И. Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии. М.: Химия, 1972, с.186-187. 3. SU, авторское свидетельство N 1766238, кл. А 23С 1/005, 1992.

(71) Заявитель:

Трубицин Андрей Михайлович,
Васильев Сергей Иванович,
Хавеев Николай Николаевич

(72) Изобретатель: Трубицин Андрей Михайлович,
Васильев Сергей Иванович, Хавеев Николай
Николаевич

(73) Патентообладатель:

Трубицин Андрей Михайлович,
Васильев Сергей Иванович,
Хавеев Николай Николаевич

(54) ВАКУУМ-ВЫПАРНОЙ АППАРАТ

(57) Реферат:

Использование: концентрирование жидких продуктов на предприятиях пищевой промышленности. Сущность изобретения: вакуумвыпарной аппарат содержит корпус с плоским днищем, в котором установлена с осевым зазором нагревательная камера. Внутренняя полость нагревательной камеры сообщена с нагнетательным патрубком компрессора. Всасывающий патрубок компрессора сообщен с крышкой корпуса. Нагревательная камера выполнена со сборником конденсата. Компрессор выполнен в виде жидкостно-кольцевого вакуумного насоса с уплотняющей средой из конденсата

паров выпариваемого вещества. Нагревательная камера может быть выполнена в виде плоского кожухотрубного теплообменника. В верхней трубной доске теплообменника установлен теплоизолированный патрубок, проходящий вдоль центральной оси корпуса и через его крышку. Пространство нагревательной камеры заполнено капиллярно-пористой структурой. На периферии нижней трубной доски размещены патрубки отвода конденсата и неконденсирующихся газов, проходящие через днище корпуса. Сборник конденсата выполнен в виде поддона. 6 з. п. ф-лы, 1 ил.

RU 2 052 938 C1

RU 2 052 938 C1



(19) RU⁽¹¹⁾ 2 052 938⁽¹³⁾ C1
(51) Int. Cl.⁶ A 23 C 1/12

RUSSIAN AGENCY
FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 93053261/13, 25.11.1993

(46) Date of publication: 27.01.1996

(71) Applicant:
Trubitsin Andrej Mikhajlovich,
Vasil'ev Sergej Ivanovich,
Khaveev Nikolaj Nikolaevich

(72) Inventor: Trubitsin Andrej Mikhajlovich,
Vasil'ev Sergej Ivanovich, Khaveev Nikolaj
Nikolaevich

(73) Proprietor:
Trubitsin Andrej Mikhajlovich,
Vasil'ev Sergej Ivanovich,
Khaveev Nikolaj Nikolaevich

(54) VACUUM-EVAPORATING APPARATUS

(57) Abstract:

FIELD: food industry. SUBSTANCE:
apparatus comprises a casing with a flat
bottom accommodating a heating chamber
installed with an axial clearance. The
internal space of the heating chamber is in
communication with compressor pressure pipe.
The suction pipe of the compressor
communicates with the casing cover. The
heating chamber has a condensate receiver.
The compressor is made as a liquid-annular
vacuum pump with sealing medium from vapor
condensate of the substance being

evaporated. The heating chamber may be made
as a flat shell-and-tube heat exchanger. The
upper tube plate of the heat exchanger is
provided with a heat-insulated pipe passing
along the central axis of the casing and
through its cover. The space of the heating
chamber is filled with a capillary-porous
structure. Discharge pipes for condensate
and noncondensing gases disposed on the
periphery of the lower tube plate pass
through the casing bottom. The condensate
receiver has the form of a tray. EFFECT:
improved design. 7 cl, 1 dwg

RU 2 052 938 C1

RU 2 052 938 C1

Изобретение относится к пищевой промышленности для концентрирования жидких продуктов, например молока, творожной сыворотки, соков, этилового спирта, а также может применяться в химической промышленности для упаривания водных растворов щелочей и кислот, опреснения морской воды и т.д.

Известна однокорпусная выпарная установка (1). Однокорпусная выпарная установка включает один выпарной аппарат. Аппарат состоит из теплообменного устройства нагревательной (греющей) камеры и сепаратора. Камера и сепаратор могут быть объединены в одном аппарате или камера может быть вынесена и соединена с сепаратором трубами. Камера обогревается обычно водяным насыщенным паром, поступающим в ее межтрубное пространство. Конденсат отводят снизу камеры. Поднимаясь по трубам, выпарной раствор нагревается и кипит с образованием вторичного пара. Отделение пара от жидкости происходит в сепараторе. Освобожденный от брызг и капель вторичный пар удаляется из верхней части сепаратора. Часть жидкости опускается по циркуляционной трубе под нижнюю трубную решетку греющей камеры. Вследствие разности плотностей раствора в центральной трубе и парожидкостной составляющей в трубах жидкость циркулирует по замкнутому контуру. Упаренный раствор удаляется через штуцер в днище аппарата. В данном выпарном аппарате процесс выпаривания происходит при давлении выше атмосферного. Недостатком конструкции аппарата является большой расход энергии на выпаривание жидкости.

Известна установка для простого выпаривания под вакуумом, схема которой приведена в (2). Исходный раствор из хранилища нагнетается насосом в напорный бак и через измеритель расхода поступает в подогреватель раствора. Здесь раствор нагревается до кипения и направляется в выпарной аппарат, где и происходит выпаривание. В нижней части аппарата раствор воспринимает тепло греющего пара и растворитель испаряется. Образовавшийся вторичный пар и инертные газы освобождаются от брызг жидкости в верхней части выпарного аппарата и поступают в барометрический конденсатор. В нем конденсируется вторичный пар, а неконденсирующиеся инертные газы направляются через ловушку к вакуум-насосу. Конденсат вместе с охлаждающей водой удаляется через барометрическую трубу. Упаренный раствор перекачивается насосом в сборник готового продукта. Проведение процесса под вакуумом имеет свои преимущества в большинстве случаев, а именно снижается температура кипения раствора, а это позволяет применять для нагревания выпарного аппарата пар низкого давления, являющийся тепловым отходом других производств. Недостатком данной конструкции выпарной установки является большой расход энергии на проведение процесса выпаривания.

Известен вакуум-выпарной аппарат для сгущения молочных продуктов (3). Вакуум-выпарной аппарат состоит из соосбщенных трубопроводами пароотделителя и агрегата для откачивания паров продукта.

Капоризатор включает в себя наружную и внутреннюю емкости, образующие контур жидкостного теплоносителя, содержащий электронагреватели. Емкость с продуктом герметична и снабжена запорочной горловиной и сливным патрубком. Агрегат для откачивания паров состоит из соосбщенных между собой трубопроводами бака для воды, водяного насоса и эжектора. Пароотделитель соосбщен через буферную емкость с всасывающим патрубком эжектора агрегата для откачивания паров продукта. Внутренняя емкость калоризатора содержит вертикально расположенные трубки, являющиеся частью контура для жидкого теплоносителя.

Аппарат работает следующим образом.

Емкость, в которой размещен калоризатор, заполняют водой. Калоризатор заполняется молочными продуктами, после чего горловина калоризатора герметично закрывается. Подается электропитание на водяной насос и электронагреватели. С помощью эжектора внутри калоризатора создается разрежение, а с помощью электронагревателей подогревается промежуточный теплоноситель вода, циркулирующая за счет естественной циркуляции по трубам калоризатора и подогревающая молочный продукт в калоризаторе. Образующиеся пары с помощью эжектора выводятся из калоризатора, а низкопотенциальная тепловая энергия паров расходуется на нагрев воды, циркулирующей с помощью насоса через эжектор. После окончания цикла работы аппарата снимается питание с электронагревателей и водяного насоса. Готовый продукт сливается через патрубок.

Недостатком конструкции вакуум-выпарного аппарата является следующее:

применяется промежуточный теплоноситель.

применяются электрические нагреватели, что ненадежно и неэкономично, нет экономии энергии,

на установке можно выпаривать только воду, т.е. она является узкоспециальной.

Наиболее близкими по технической сущности к заявленному объекту является вакуум-выпарной агрегат с применением теплового насоса (1), который взят в качестве прототипа. Вакуум-выпарной аппарат представляет собой емкость, в нижней части которой размещена нагревательная камера с центральной циркуляционной трубой. Над камерой размещен сепаратор капель. Вакуум-выпарной аппарат снабжен компрессором, всасывающий патрубок которого соединен с верхней крышкой, нагревательный патрубок компрессора соединен с межтрубным пространством нагревательной камеры.

Вакуум-выпарной аппарат работает следующим образом.

В аппарат наливают нагретую жидкость, затем аппарат вакуумируют, включают трубокомпрессор. Образующиеся пары с помощью трубокомпрессора компенсируют (подогревают) на 8-14°C выше температуры испарения и направляют в нагревательную камеру. В камере происходит конденсация паров. При конденсации паров происходит нагрев жидкости в аппарате за счет скрытой теплоты конденсации паров. Полученный

конденсат выводят из нагревательной камеры, а упаренный раствор сливают через патрубок.

Недостатком конструкции вакуум-выпарного аппарата является сложность конструкции трубокомпрессора, профиль лопаток которого эффективно рассчитан на определенный вид паров жидкости, например водяные пары.

Целью изобретения является расширения возможностей применения установки для различных жидкостей при одновременном снижении энергозатрат за счет эффективного использования паров продукта.

Для достижения поставленной цели вакуум-выпарной аппарат содержит плоский корпус с днищем и крышкой, систему откачки неконденсирующихся газов и компрессор, установленные в корпусе с осевым зазором, нагревательную камеру, ее внутренняя полость сообщена с нагревательным патрубком компрессора, а его всасывающий патрубок с крышкой корпуса, при этом нагревательная камера выполнена со сборником конденсата, а ее внутренняя полость сообщена с системой откачки неконденсирующихся газов. Компрессор выполнен в виде жидкостно-кольцевого вакуумного насоса с уплотняющей средой из конденсата паров выпариваемого вещества, а температура уплотняющей среды выбрана равной или большей температуры компремированных паров, выходящих из компрессора. Нагревательная камера выполнена в виде плоского, например, кожухотрубного теплообменника с установленным в верхней трубной доске теплоизолированным патрубком, проходящим вдоль центральной оси корпуса и через его крышку, а на периферии нижней трубной доски размещены патрубки отвода конденсата и неконденсирующихся газов, проходящие через днище корпуса. Трубное пространство нагревательной камеры заполнено капиллярно-пористой структурой.

Высота плосконагревательной камеры выбрана из условия:

$$0,1 \leq \frac{H}{D} \leq 0,3, \text{ где } H \text{ высота}$$

плосконагревательной камеры;

D диаметр плосконагревательной камеры.

Сборник конденсата выполнен в виде поддона. Жидкая среда системы откачки неконденсирующихся газов представляет собой конденсат паров выпариваемого вещества с температурой 0-4°C.

Техническим результатом изобретения является создание вакуумно-выпарного аппарата, позволяющего выпаривать жидкости с различными физическими свойствами, что позволяет расширить функциональные свойства аппарата и применять одну и ту же конструкцию без переделок в различных отраслях. Это достигается за счет выполнения оригинальной конструкции плоской нагревательной камеры, практически размещенной с осевыми зазором у самого днища и соединенной с компрессором. В качестве компрессора в вакуумно-выпарном аппарате выбран жидкостно-кольцевой вакуумный насос. В данном случае во время запуска установки он работает как вакуумный насос, а по мере удаления из корпуса системой откачки неконденсирующихся газов

он работает в режиме компрессора. В зависимости от того, какая среда испаряется (водяные пары, этиловые пары или бензин), таким конденсатом паров выполняют уплотнительную среду вакуумного насоса, а температуру уплотняющей среды поддерживают больше температуры компремированных паров компрессора. Это нужно для того, чтобы не вызвать конденсацию паров испаряющегося вещества внутри компрессора. Таким образом, применение жидкостно-кольцевого вакуумного насоса, у которого можно применять различную уплотняющую жидкость, позволяет применять вакуумно-выпарной аппарат для различных жидкостей, различающихся по физическим свойствам, чего невозможно выполнить на вакуумвыпарной установке, снабженной трубокомпрессором. Применение в вакуумвыпарном аппарате нагревательной камеры в виде плоского кожухотрубного теплообменника позволяет снизить гидравлическое сопротивление, что особенно важно при естественной циркуляции жидкости внутри аппарата, т.е. позволяет увеличить скорость циркуляции. Пары жидкости, прошедшие через компрессор, подогреваются на небольшую величину всего 8-12°C. Поэтому, чтобы не было конденсации по трубопроводу, центральный патрубок нагревательной камеры выполнен теплоизолированным. Конденсация паров в нагревательной камере, в основном, происходит на трубках, при этом неконденсирующиеся газы, поступающие вместе с подогретыми парами внутрь нагревательной камеры при конденсации паров отгоняются на периферию и вместе с конденсатом через патрубки уходят в сборник конденсата. Для компактности установки сборник конденсата выполнен в виде поддона. Во время работы установки неконденсирующиеся газы скапливаются в сборнике конденсата. Для их периодического удаления применяется система откачки неконденсирующихся газов, в качестве жидкой среды которой выбран конденсат паров вещества с температурой 0-4°C. Для получения безмасляного вакуума наиболее простой вакуумной системой является эжектор с насосом и емкость с жидкостью. Эта система хорошо применена в (3), однако ее недостаток в том, что эта система отводит пары, которые нагревают жидкость (воду), поэтому вакуумная способность с ростом температуры будет снижаться, т.к. каждой температуре будет соответствовать парциальное давление паров откачиваемой системы, значит будет расти температура испарения в вакуумвыпарном аппарате, а это одновременно связано напрямую с расходом тепловой энергии, которая в данном случае увеличится. Поэтому, чтобы снизить вакуум в системе, необходимо применять жидкость с низким парциальным давлением паров, соответствующим температуре 0-4°C. Ниже температуру жидкости снижать нецелесообразно. В качестве жидкости в системе используется конденсат испаряющихся в аппарате паров. Это позволяет увеличить эффективность выпарной системы с точки зрения потерь, т.к. с неконденсирующимся газом уходит какая-то часть паров, которая и конденсируется этой

жидкостью.

На чертеже показан вакуумвыпарной аппарат, общий вид.

Вакуумвыпарной аппарат содержит корпус 1, нагревательную камеру 2, крышку 3, днище 4, систему 5 для откачки неконденсирующихся газов, которая включает эжектор 6, насос 7, емкость 8, жидкость 9, радиальный зазор 10, компрессор 11, нагнетательный патрубок 12, всасывающий патрубок 13, сборник конденсата 14 в виде поддона, внутреннюю полость 15 сборника конденсата 14, патрубок 16, патрубок 17 слива конденсата, патрубок 18 слива кубового остатка, патрубок 19 залива жидкости.

Вакуумвыпарной аппарат работает следующим образом.

Через патрубок 19 заполняют корпус 1 жидкостью до определенного уровня. Включают одновременно водокольцевой насос 11 и систему 5 откачки неконденсирующихся газов. Таким образом, под крышкой 3 создается давление паровоздушной смеси ниже атмосферного, а неконденсирующиеся газы, собираемые во внутренней полости 15 сборника конденсата 14, выводятся наружу с помощью системы 5. При достижении в системе установившегося вакуума водокольцевой насос 11 начинает работать в качестве компрессора уже в вакууме. При компремировании отсасываемых паров из-под крышки 3 происходит нагрев. Нагретые пары поступают в нагревательную камеру 2, где они конденсируются. При конденсации происходит выделение скрытой теплоты конденсации, которая расходуется на нагрев жидкости. В результате разности плотностей нагретой и холодной жидкости происходит ее циркуляция. Нагретая жидкость проходит по трубному пространству нагретой камеры 2, а холодная жидкость опускается по стенкам корпуса 1 и по зазору 10 поступает под нагревательную камеру. Конденсат вместе с неконденсирующимися газами по патрубкам 16 поступает в сборник конденсата 14. После проведения процесса вакуумвыпарной аппарат разгерметизируют. Через патрубок 17 проводят слив конденсата, через патрубок 18 сливают кубовой остаток, после чего установка готова к проведению нового процесса.

Пример конструктивного исполнения вакуумвыпарной установки для упаривания воды гальванического производства. Упариваемая вода содержит соли тяжелых металлов, а именно меди, никеля, хрома и т.д. Производительность установки 30 кг испаряемой влаги в час. Емкость сборника конденсата 160 л. Количество загружаемой жидкости на один процесс составляет 500 л.

Установленная мощность электродвигателя водокольцевого насоса 6 кВт, потребляемая мощность 3 кВт. Время непрерывной работы 5 ч. Как видно из примера, для получения 150 кг конденсата затрачивается примерно 15 кВт/ч электроэнергии. Если бы не было компрессора, нужно затратить примерно 160 кВт/ч электроэнергии.

Формула изобретения:

1. ВАКУУМ-ВЫПАРНОЙ АППАРАТ, содержащий корпус с днищем и крышкой, установленную в нем нагревательную камеру, систему откачки неконденсирующихся газов и компрессор, отличающийся тем, что корпус выполнен с плоским днищем, нагревательная камера установлена в нем с осевым зазором, ее внутренняя полость сообщена с нагнетательным патрубком компрессора, а его всасывающий патрубок - с крышкой корпуса, при этом нагревательная камера выполнена со сборником конденсата, внутренняя полость которого сообщена с системой откачки неконденсирующихся газов.

2. Аппарат по п. 1, отличающийся тем, что компрессор выполнен в виде жидкостно-кольцевого вакуумного насоса с уплотняющей средой из конденсата паров выпариваемого вещества, а температура уплотняющей среды выбрана равной или больше температуры компремированных паров, выходящих из компрессора.

3. Аппарат по п. 1 или 2, отличающийся тем, что нагревательная камера выполнена в виде плоского, например кожухотрубного, теплообменника с установленным в верхней трубной доске теплоизолированным патрубком, проходящим вдоль центральной оси корпуса и через его крышку, а на периферии нижней трубной доски размещены патрубки отвода конденсата и неконденсирующихся газов, проходящие через днище корпуса.

4. Аппарат по п. 3, отличающийся тем, что трубное пространство нагревательной камеры заполнено капиллярно-пористой структурой.

5. Аппарат по п. 3 или 4, отличающийся тем, что высота H плоской нагревательной камеры выбрана из условия

$$0,1 \leq \frac{H}{D} \leq 0,3,$$

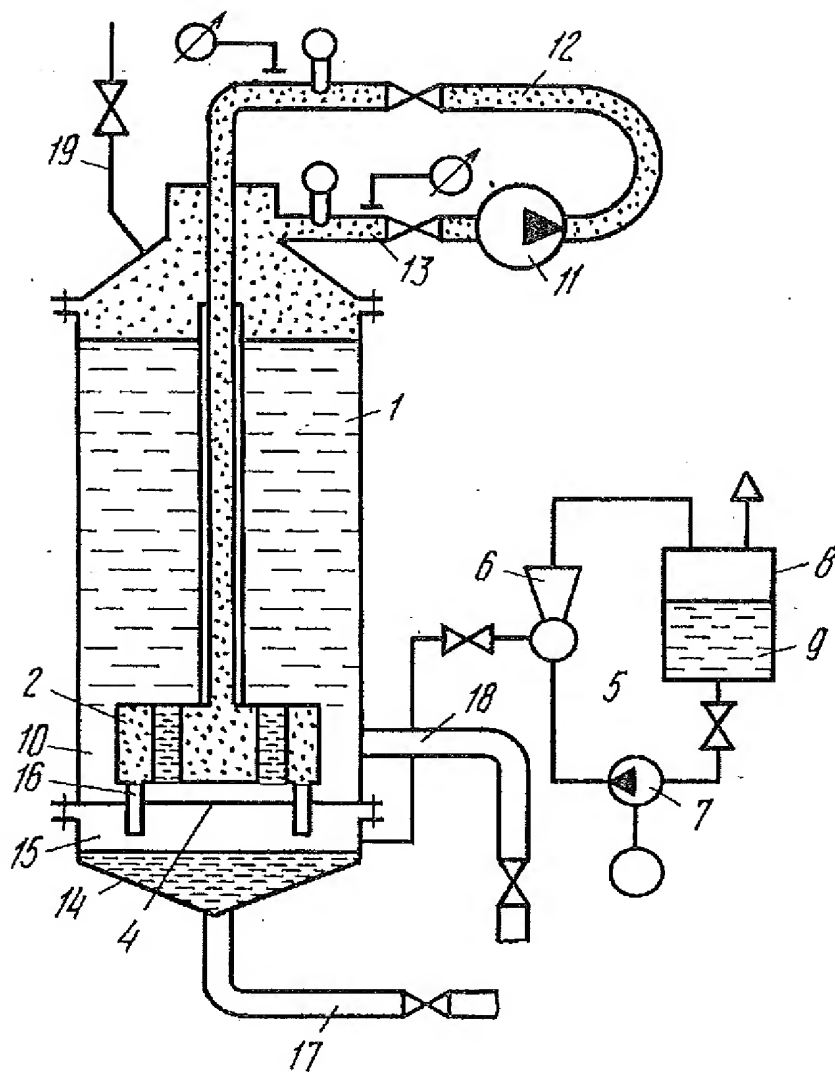
где D - диаметр плоской нагревательной камеры.

6. Аппарат по пп. 1 - 5, отличающийся тем, что сборник конденсата выполнен в виде поддона.

7. Аппарат по пп. 1 - 6, отличающийся тем, что жидкая среда системы откачки неконденсирующихся газов представляет собой конденсат паров выпариваемого вещества с температурой 0°C - 4°C .

RU 2052938 C1

RU 2052938 C1



RU 2052938 C1

RU 2052938 C1